

(19)



(11)

EP 3 670 018 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
24.06.2020 Patentblatt 2020/26

(51) Int Cl.:
B21D 22/16 (2006.01) **B21H 5/02** (2006.01)
B21D 53/28 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **18214820.5**

(22) Anmeldetag: **20.12.2018**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

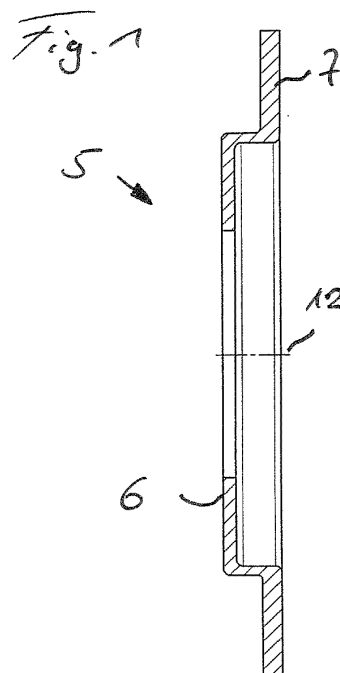
(71) Anmelder: **Leifeld Metal Spinning AG**
59229 Ahlen (DE)

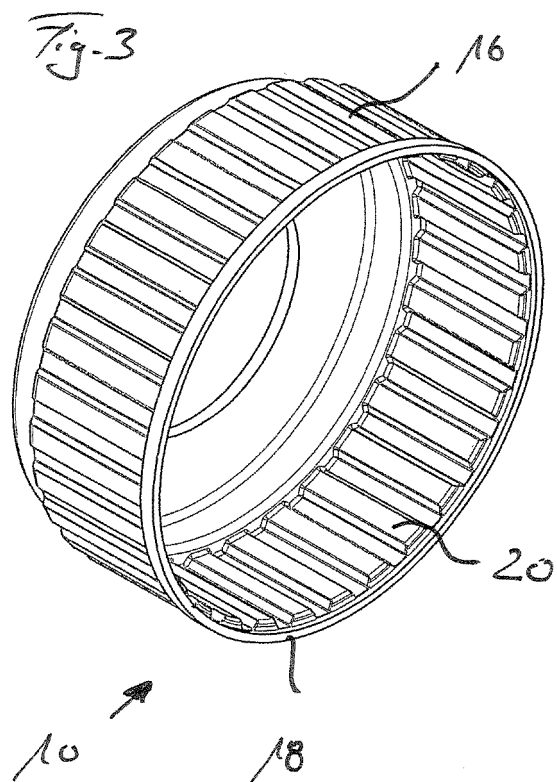
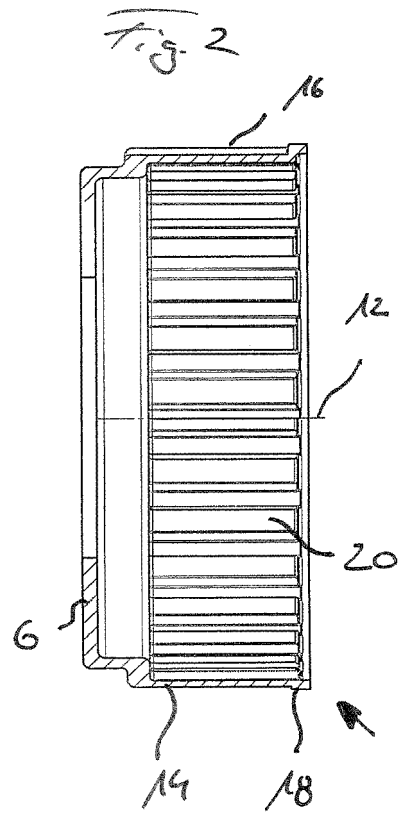
(72) Erfinder: **NILLIES, Benedikt**
59227 Ahlen (DE)

(74) Vertreter: **Wunderlich & Heim Patentanwälte
Partnerschaftsgesellschaft mbB**
Irmgardstrasse 3
81479 München (DE)

(54) **VERFAHREN UND UMFORMANLAGE ZUM HERSTELLEN EINES TROMMELFÖRMIGEN GETRIEBETEILES**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Umformanlage zum Herstellen eines Getriebeteiles (10) durch ein Rotationsumformen. Nach der Erfindung ist vorgesehen, dass in einem Vorformschritt ein rotationssymmetrisches Werkstück (5) um seine Mittenachse (12) in Rotation versetzt wird und durch zumindest axiales Zustellen und Überlaufen mindestens einer Umformrolle ein Abstreckdrückwalzen durchgeführt wird, wobei eine zylindrische Umfangswand (14) mit einer definierten Zielwandstärke gebildet wird, welche geringer als eine Ausgangswandstärke des Werkstücks (5) ist. Anschließend wird in einem Endformschritt das vorgeformte Werkstück an einem Innendorn mit Außenverzahnung eingespannt und in Rotation versetzt und mindestens eine profilierte Verzahnungsrolle radial zugestellt, durch welche die zylindrische Umfangswand im Wesentlichen unter Beibehaltung der Zielwandstärke in der Außenverzahnung des Innendorns eingeformt wird, wobei ein trommelförmiger Verzahnungsbereich (16) mit einer Faltverzahnung (20) gebildet wird.

**EP 3 670 018 A1**



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen eines trommelförmigen Getriebeteiles durch ein Rotationsumformen, gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Die Erfindung betrifft weiterhin eine Umformanlage nach Anspruch 9, welche insbesondere zum Durchführen eines Verfahren zum Herstellen eines trommelförmigen Getriebeteiles ausgebildet ist.

[0003] Aus dem Stand der Technik sind mehrere Herstellungsverfahren für trommelförmige Getriebeteile, insbesondere Kupplungslamellenträger, bekannt. Je nach Art der nutzbaren Verzahnung, der Stückzahlen und der Größe der Kupplungslamellenträger wird bei großen Stückzahlen im Wesentlichen ein Axialwalzen auf einer Presse vorgesehen. Bei geringeren Stückzahlen setzt man entsprechend der zu übertragenden Drehmomente oder der Bauteilanforderungen auf inkrementelle Umformverfahren, insbesondere das Drückwalzen, das Profilieren oder der Axialwalzen in Teilschritten.

[0004] Die Forderungen zur NO_x-Reduktion und zur CO₂-Einsparung im Fahrzeugbau erfordern eine zunehmende Gewichtsreduktion auch in den Getrieben und den Getriebeteilen, so auch bei den Kupplungslamellenträgern. Hier verändern sich die Materialanforderungen zudem zu höherfesten Werkstoffen.

[0005] Immer höher werdende Anforderungen an das Fertigteil bringen die heute existierenden Bearbeitungsverfahren jedoch an ihre Grenzen und erfordern üblicherweise zusätzlich Umformschritte oder Nachbearbeitungsschritte.

[0006] Zur Herstellung von Kupplungslamellenträgern ist seit langem das sogenannte Faltverzahnen bekannt. Bei diesem Verfahren wird ein üblicherweise napfförmiges Tiefziehteil auf eine Profiliermaschine zwischen einen Werkzeugdorn und einer Andrückscheibe eingesetzt und in Rotation versetzt. Der Werkzeugdorn weist die Negativform der herzustellenden Bauteilverzahnung auf. Eine Verzahnungsrolle mit einem entsprechenden Verzahnungsprofil wird dann an das Werkstück zugestellt, so dass in das Werkzeug zwischen dem Werkzeugdorn und der Verzahnungsrolle das Verzahnungsprofil an der Innenseite und der Außenseite eingepreßt werden, so dass eine faltenartige Verzahnung entsteht.

[0007] Der Erfindung liegt die **Aufgabe** zugrunde, ein Verfahren und eine Umformanlage anzugeben, mit welchen Getriebeteile mit einer besonders flexiblen und anforderungsorientierten Bauteilgestaltung effizient hergestellt werden können.

[0008] Die Aufgabe wird nach der Erfindung zum einen durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 und zum anderen durch eine Umformanlage mit den Merkmalen des Anspruchs 9 gelöst. Bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung sind in den jeweils abhängigen Ansprüchen angegeben.

[0009] Das erfindungsgemäße Verfahren ist dadurch gekennzeichnet, dass in einem Vorformschritt ein rotati-

onssymmetrisches Werkstück um seine Mittenachse in Rotation versetzt wird und durch zumindest axiales Zustellen und Überlaufen mindestens einer Umformrolle ein Abstreckdrückwalzen durchgeführt wird, wobei eine zylindrische Umfangswand mit einer definierten Zielwandstärke gebildet wird, welche geringer als eine Ausgangswandstärke des Werkstücks ist, und dass anschließend in einem Endformschritt das vorgeformte Werkstück an einem Innendorn mit Außenverzahnung eingespannt und in Rotation versetzt und mindestens eine profilierte Verzahnungsrolle radial zugestellt werden, durch welche die zylindrische Umfangswand im Wesentlichen unter Beibehaltung der Zielwandstärke in die Außenverzahnung des Innendorns eingepreßt wird, wobei ein trommelförmiger Verzahnungsbereich mit einer Faltverzahnung gebildet wird.

[0010] Eine Grundidee der Erfindung liegt darin, als Ausgangsteil ein Blechwerkstück zu verwenden, welches eine einheitliche Ausgangswandstärke besitzt. In einem Vorformschritt wird für eine erste Gewichtsoptimierung eine Waddickenreduktion in einem zylindrischen Umfangswandabschnitt durchgeführt, wobei eine definierte Zielwandstärke durch Drückwalzen eingestellt wird. Gleichzeitig wird das Werkstück in einer gewünschten Weise axial gelängt. In einem Teilbereich des Werkstücks, insbesondere in einem radial verlaufenden Nabenbereich, kann die Ausgangswandstärke des Werkstücks beibehalten bleiben.

[0011] In einem nachfolgenden Endformschritt kann das Werkstück umgespannt und in den mit einer definierten Zielwandstärke versehenen zylindrischen Umfangswandbereich eine Faltverzahnung eingepreßt werden. Hierfür werden das Werkstück an einem entsprechend profilierten Innendorn eingespannt und mindestens eine Verzahnungsrolle mit einem korrespondierenden Verzahnungsprofil von außen radial zugestellt, wobei die Umfangswand faltenartig umgeformt wird. Unter Faltverzahnung ist dabei eine Verzahnung zu verstehen, bei der die Verzahnung sowohl an der Innenseite als auch an der Außenseite ausgeformt wird, wobei die zuvor eingestellte Zielwandstärke im Verlauf der faltenartigen Verformung der zylindrischen Außenumfangswand nahezu gleichbleibt.

[0012] Im Sinne der Erfindung ist der Begriff Verzahnung breit zu verstehen und ist insbesondere nicht auf eine kämmende Getriebeverzahnung beschränkt. Vielmehr fallen im Sinne der Erfindung unter den Begriff Verzahnung auch andere zahnähnliche Formen, wie Nut- oder Keilnutprofile, welche etwa bei Kupplungslamellenträgern als radiale Anschlagelemente zur Drehmomentübertragung vorgesehen sein können.

[0013] Grundsätzlich kann als Ausgangswerkstück ein ebenes Blechteil oder ein Tiefziehteil, ein Schmiedeteil oder ein Gussteil eingesetzt werden. Besonders vorteilhaft ist es nach einer Weiterbildung der Erfindung, dass als Ausgangswerkstück eine Ronde oder eine topfförmige Vorform verwendet wird, bei welcher ein Nabenbereich vorgeformt ist. Der Nabenbereich verläuft dabei im

Wesentlichen quer oder radial zu der zylindrischen Umfangswand. Der Nabenbereich kann dabei mit Ausnehmungen und/oder Einformungen sowie auch mit einer hülsenförmigen Nabe versehen sein.

[0014] Nach einer weiteren vorteilhaften Ausführungsvariante der Erfindung ist es bevorzugt, dass der Vorformschritt und/oder der Endformschritt in mehreren Teilschritten in der gleichen Werkstückeinspannung durchgeführt wird. So kann der Vorformschritt beispielsweise zunächst aus einem etwa rechtwinkligen Umlegen eines äußeren Bereiches einer ebenen Blechrunde und einem anschließenden Drückwalzen oder Abstreckdrückwalzen bestehen, bei welchem die Ausgangswandstärke des Blechteiles auf die gewünschte Zielwandstärke reduziert wird.

[0015] Auch bei dem Endformschritt können mehrere Teilschritte vorgesehen sein, welche jeweils durch radiales Zustellen unterschiedlicher Verzahnungsrollen in mehreren Stufen durchgeführt werden.

[0016] Durch ein solches Umformen in mehreren Teilschritten oder Stufen kann eine Überbeanspruchung des Werkstückmaterials und damit ein Auftreten von Rissen im Material verhindert werden.

[0017] Gemäß einer weiteren Verfahrensvariante der Erfindung ist es bevorzugt, dass beim Einformen der Faltverzahnung das Werkstück an seinem Randbereich am offenen Ende, welches einem radial verlaufenden Nabenbereich gegenüberliegt, axial und/oder radial gehalten wird. Durch das Halten am offenen Rand des Werkstücks werden unerwünschte Aufweitungen des Werkstückdurchmessers am Randbereich vermieden. Insgesamt wird hierdurch auch die Qualität der Faltverzahnung erhöht.

[0018] Besonders bevorzugt ist es dabei, dass ein axiales Halten flexibel, insbesondere druckabhängig, erfolgt, wobei Längen- oder Volumetoleranzen des Werkstücks ausgeglichen werden. Gemäß dieser Erfindungsvariante ist also kein starres Halten vorgesehen, sondern ein Halten, welches bei Überschreiten etwa eines vorgegebenen Grenzdruckes oder einer Grenzkraft gelöst oder zumindest teilweise gelöst werden kann. Die Halteeinrichtung kann dabei mit einer entsprechenden Federeinrichtung oder hydraulischen Dämpfungselementen versehen sein. Hierdurch können Dimensions- oder Materialtoleranzen am Werkstück in gewisser Weise aufgefangen werden, so dass sich Materialüberschüsse am Randbereich bilden, während die Faltverzahnung mit einer hohen Genauigkeit ausgeformt werden kann. Es kann aber auch ein starres Halten des offenen Endes vorgesehen sein, wenn die Toleranzen im Ausgangsmaterial gering sind.

[0019] Grundsätzlich wird die mindestens eine Verzahnungsrolle in einer einzigen radialen Zustellung an das Werkstück zugestellt. Dabei kann die Verzahnungsrolle eine axiale Länge aufweisen, welche der axialen Länge der einzubringenden Faltverzahnung entspricht. Eine bevorzugte Verfahrensvariante kann darin bestehen, dass die mindestens eine Verzahnungsrolle beim

radialen Zustellen oder der Umformung axial verfahren wird oder in mindestens zwei Schritten radial zugestellt wird, welche mit axial zueinander versetzten Positionen durchgeführt werden. Somit kann auch eine relativ lange Faltverzahnung mit einer kürzeren Verzahnungsrolle hergestellt werden. Es kann so eine erhöhte Flexibilität bei der Umformung erreicht werden.

[0020] Für eine gute Versteifung des offenen Randes des Werkstücks ist es nach einer weiteren bevorzugten Ausführungsvariante der Erfindung vorteilhaft, dass am Randbereich des Werkstücks ein Versteifungsbereich mit vorzugsweise größerer Wandstärke ausgebildet wird. Der Versteifungsbereich mit der großen Wandstärke kann dabei bereits beim Vorformschritt mit dem Drückwalzen oder dem Abstreckdrückwalzen dadurch eingestellt werden, dass die Umformrolle vor dem Ende des Randbereiches stoppt. Die Materialverstärkung kann dabei die Ausgangswandstärke des Werkstücks sein. Alternativ kann auch durch das beim Abstreckdrückwalzen verdrängte Material eine zusätzliche Materialverdickung am Randbereich erzeugt werden.

[0021] Eine erfindungsgemäße Umformanlage, welche insbesondere zum Durchführen eines der zuvor beschriebenen Verfahren ausgebildet ist, umfasst mindestens eine erste Umformstation, welche eine rotierend antreibbare Hauptspindel, mindestens eine relativ axial zustellbare Umformrolle und ein erstes Spannelement aufweist, welches zum Einspannen eines Werkstücks an der Hauptspindel ausgebildet ist, mindestens eine zweite Umformstation, welche einen rotierend antreibbaren Innendorn mit einer Außenverzahnung, mindestens eine radial zustellbare Verzahnungsrolle und ein zweites Spannelement aufweist, welches zum Einspannen des Werkstücks an dem Innendorn ausgebildet ist, und eine Handhabungsstation, welche zwischen der ersten Umformstation und der zweiten Umformstation angeordnet und zum Übergeben des Werkstücks nach einem Vorformen in der ersten Umformstation an die zweite Umformstation zum Endformen ausgebildet ist. Die erste und zweite Umformstation können identisch sein, indem das Werkstück in zwei Aufspannungen an einer Station gefertigt wird.

[0022] Mit der erfindungsgemäßen Umformanlage können die zuvor mit dem Verfahren beschriebenen Vorteile erzielt werden. Die Umformstationen können dabei auf einem gemeinsamen Maschinenbett angeordnet sein. Die Handhabungsstation ist vorzugsweise ein Mehrachsroboter, welcher die Werkstücke zwischen den Umformstationen übergibt und zu- oder abführt.

[0023] Eine bevorzugte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Umformanlage besteht darin, dass die erste Umformstation zum Drücken- und Drückwalzen ausgebildet ist und dass die zweite Umformstation zum Profilieren ausgebildet ist. Die Umformstationen können dabei horizontale oder vorzugsweise vertikale Rotationsachsen aufweisen.

[0024] Besonders vorteilhaft ist es nach einer Weiterbildung der Erfindung, dass die Hauptspindel der ersten

Umformstation und der Innendorn der zweiten Umformstation parallel und vertikal gerichtet sind. Hierdurch kann eine insgesamt kompakte Umformanlage mit einer geringen Aufstandsfläche geschaffen werden.

[0025] Für einen effizienten Verfahrensverlauf ist es weiterhin gemäß einer Weiterbildung der Erfindung vorteilhaft, dass zum Einspannen des Werkstücks auf der ersten Umformstation der Hauptspindel eine erste Reitstockspindel und in der zweiten Umformstation dem Innendorn eine zweite Reitstockspindel zugeordnet sind, wobei die erste Reitstockspindel und die zweite Reitstockspindel axial verfahrbar gelagert sind. Die Reitstockspindeln sind dabei koaxial zur Rotationsachse der Hauptspindel beziehungsweise des Innendorns angeordnet. Ein axiales Verfahren wird insbesondere durch entsprechende Hubzylinder, welche vorzugsweise hydraulisch betätigt sind, erreicht.

[0026] Für eine schnelle Umrüstung ist es weiterhin besonders zweckmäßig, dass die Hauptspindel, der Innendorn, die erste Reitstockspindel und/oder die zweite Reitstockspindel mittels einer Schnellwechseleinrichtung gelagert sind. Mittels der Schnellwechseleinrichtung kann so die jeweilige Komponente schnell ausgetauscht werden. Dies ist hinsichtlich der Wartung und insbesondere bei einem Produktwechsel besonders wirtschaftlich.

[0027] Ferner ist es nach einer Weiterbildung der Erfindung für das Umformen oder Spannen bevorzugt, dass die Handhabungsstation zum Zuführen des hinzukommenden Werkstücks und zum Abführen des endgeformten Werkstücks ausgebildet ist. Die Handhabungsstation dient somit nicht allein als eine reine Übergabestation zwischen den einzelnen Umformstationen, sondern dient insgesamt zum Zu- und/oder Abführen der Werkstücke in beziehungsweise aus der Anlage. Die Handhabungsstation kann dabei insbesondere mindestens einen Mehrachsroboter mit einer entsprechenden Greifeinrichtung zum Greifen des Werkstücks aufweisen.

[0028] Eine besonders gute Formgebung wird nach einer Ausführungsvariante der erfindungsgemäßen Umformanlage dadurch erreicht, dass die mindestens eine Verzahnungsrolle über ein Synchronisationsgetriebe oder einen drehsynchron-gesteuerten Antrieb drehwinkelsynchron zu dem Innendorn angetrieben ist. Hierdurch wird sichergestellt, dass die Verzahnung der Verzahnungsrolle stets korrespondierend und synchron zu der Außenverzahnung an dem Innendorn angeordnet ist. Dabei können die Verzahnungsrolle und der Innendorn über einen gemeinsamen Antrieb mit einem entsprechenden Synchronisationsgetriebe angetrieben sein. Alternativ können die mindestens eine Verzahnungsrolle und der Innendorn jeweils einen eigenen Antrieb aufweisen, wobei die Antriebe über eine elektronische Steuerung drehwinkelsynchron angetrieben werden.

[0029] Die Erfindung wird nachfolgend anhand von bevorzugten Ausführungsbeispielen weiter erläutert, welche schematisch in den Zeichnungen dargestellt sind. In

den Zeichnungen zeigen:

[0030] In den Zeichnungen zeigen:

- 5 Fig. 1: eine Querschnittsansicht durch ein rotations-symmetrisches Ausgangswerkstück;
- Fig. 2: eine Querschnittsansicht eines nach der Erfindung hergestellten trommelförmigen Getriebeteiles;
- 10 Fig. 3: eine perspektivische Ansicht des Getriebeteiles von Fig. 2;
- 15 Fig. 4: eine vergrößerte Detailquerschnittsansicht einer Faltverzahnung an dem Werkstück nach Figuren 2 und 3;
- Fig. 5: eine perspektivische Ansicht einer erfindungsgemäßen Umformanlage;
- 20 Fig. 6: eine Draufsicht auf die Umformanlage von Fig. 5;
- 25 Fig. 7: eine Vorderansicht eines zweiten Ausführungsbeispiels eines nach der Erfindung gefertigten Getriebeteiles;
- Fig. 8: eine Querschnittsansicht des Getriebeteiles von Fig. 8;
- 30 Fig. 9: eine Vorderansicht eines dritten Ausführungsbeispiels eines nach der Erfindung gefertigten Getriebeteiles;
- 35 Fig. 10: eine Querschnittsansicht des Getriebeteiles von Fig. 9;
- Fig. 11: eine Vorderansicht eines vierten Ausführungsbeispiels eines nach der Erfindung gefertigten Getriebeteiles;
- 40 Fig. 12: eine Querschnittsansicht des Getriebeteiles von Fig. 11;
- 45 Fig. 13: eine Vorderansicht eines fünften Ausführungsbeispiels eines nach der Erfindung gefertigten Getriebeteiles;
- Fig. 14: eine Querschnittsansicht des Getriebeteiles von Fig. 13;
- 50 Fig. 15: eine Vorderansicht eines sechsten Ausführungsbeispiels eines nach der Erfindung gefertigten Getriebeteiles; und
- 55 Fig. 16: eine Querschnittsansicht des Getriebeteiles von Fig. 15.

Fig. 17: eine perspektivische Ansicht einer weiteren Ausführungsvariante eines erfindungsgemäß hergestellten Getriebeteiles mit kreisrunden Ausnehmungen in der Faltverzahnung; und

Fig. 18: eine perspektivische Ansicht einer weiteren Ausführungsvariante eines erfindungsgemäß hergestellten Getriebeteiles mit Langlöchern in der Faltverzahnung.

[0031] In Fig. 1 ist ein ronden- oder tellerförmiges Ausgangswerkstück 5, auch Werkstück 5 genannt, dargestellt. Dieses weist einen radial verlaufenden Nabenbereich 6 mit einer Mittenausnehmung auf. Gestuft zum Nabenbereich 6 ist eine verdickter Umfangsbereich 7 angeordnet. Das Werkstück 5 kann durch Tiefziehen, Schmieden, Gießen oder auf eine andere geeignete Weise hergestellt sein.

[0032] In einem nicht dargestellten Vorformschritt wird das Werkstück 5 an einer rotierend antreibbaren Hauptspindel eingespannt und mittels mindestens einer axial zustellbaren Umformrolle um etwa 90° axial umgelegt, wobei gleichzeitig durch ein grundsätzlich bekanntes Abstreckdrückwalzen eine Ausgangswandstärke des Werkstücks 5 zu einer definierten Zielwandstärke der gewünschten zylindrischen Umfangswand 14 gebildet wird.

[0033] In einem nachfolgenden Endformschritt wird dann das so vorgeformte Werkstück 5 zu einem trommelförmigen Getriebeteil 10 endgeformt, welches in den Figuren 2 und 3 dargestellt ist. Bei diesem Endformschritt wird im Wesentlichen unter Beibehaltung der Zielwandstärke der zylindrischen Umfangswand 14 eine Faltverzahnung 20 in einen Verzahnungsbereich 16 eingeformt. An einem offenen Ende, welches dem nicht weiter verformten Nabenbereich 6 axial gegenüberliegt, wird die Faltverzahnung 20 von einem ringförmigen Randbereich 18 begrenzt.

[0034] Die ausgebildete Faltverzahnung 20 an dem erfindungsgemäßen Getriebeteil 10 ist in Fig. 4 dargestellt. Zum Bilden der Faltverzahnung 20 wird das Werkstück 5 mit der zylindrischen Umfangswand 14 an einem Innendorn mit einer entsprechenden Außenverzahnung eingespannt und in Rotation versetzt. Anschließend wird mindestens eine profilierte Verzahnungsrolle radial zugestellt, durch welche die zylindrische Umfangswand 14 im Wesentlichen unter Beibehaltung der Zielwandstärke in die Außenverzahnung des Innendorns eingeformt oder eingefaltet wird. Hierbei entstehen vertiefte Bereiche 22 und vorstehende Bereiche 24, welche in dem gezeigten Ausführungsbeispiel über schräg gerichtete Flanken 26 miteinander verbunden sind. Dabei können die vorstehenden Bereiche 24 eine Wandstärke t_1 , die Flanken 26 eine Wandstärke t_2 und die vertieften Bereiche 22 eine Wandstärke t_3 aufweisen, welche sich geringfügig, insbesondere um einige Zehntel mm, unterscheiden, jedoch im Sinne der Erfindung im Wesentlichen die zuvor eingestellte Zielwandstärke beibehalten

ist.

[0035] Mit der Erfindung kann also ein gewichtsoptimiertes Getriebeteil 10 hergestellt werden, bei welchem gegenüber einem Nabenbereich 6 mit einer im Wesentlichen unveränderten Wandstärke an einer zylindrischen Umfangswand 14 eine reduzierte Wandstärke spanlos eingestellt wird, in welche dann die gewünschte Faltverzahnung 20 eingebracht wird.

[0036] Eine erfindungsgemäße Umformanlage 50 ist schematisch in den Figuren 5 und 6 dargestellt. Auf einem vorzugsweise mehrteiligen Maschinenbett 52 sind eine erste Umformstation 60 und eine zweite Umformstation 70 angeordnet. Zwischen der ersten Umformstation 60 und der zweiten Umformstation 70 ist eine Handhabungsstation 80 mit einem Mehrachsroboter 82 vorgesehen, welcher eine Greifeinrichtung 84 zum Greifen eines Werkstücks und zum Umsetzen des Werkstücks von der ersten Umformstation 60 auf die zweite Umformstation 70 aufweist.

[0037] Die erste Umformstation 60 ist entsprechend einer grundsätzlich bekannten Drückwalzmaschine mit einer rotierend antreibbaren Hauptspindel ausgebildet, welche im dargestellten Ausführungsbeispiel für eine vertikale Anordnung vorgesehen ist. Über eine seitliche Zuführeinrichtung 68, welche ebenfalls ein Mehrachsroboter mit Greifeinrichtung sein kann, wird ein Ausgangswerkstück seitlich in die erste Umformstation 60 zugeführt. Das zugeführte Ausgangswerkstück wird an der Hauptspindel mit einem zumindest bereichsweise zylindrischen Umformdorn mittels einer ersten Reitstockspindel axial eingespannt. Anschließend wird die Hauptspindel mit der ersten Reitstockspindel in Rotation versetzt und es wird mindestens eine Umformrolle an das Werkstück zugestellt. Die Umformrolle überläuft einen Umfangsbereich des Ausgangswerkstücks axial, so dass eine zylindrische Umfangswand mit einer definierten reduzierten Wandstärke, auch Zielwandstärke genannt, erstellt wird. Die Zielwandstärke entspricht den notwendigen Festigkeitsbedingungen, welche für die einzuformende Faltverzahnung 20 benötigt werden.

[0038] Nach diesem ersten Vorformschritt in der ersten Umformstation 60 wird die Einspannung des Werkstücks wieder gelöst und das Werkstück wird mittels des Mehrachsroboters 82 aus der ersten Umformstation 60 entnommen und in die zweite Umformstation 70 übergeben. In der zweiten Umformstation 70 wird das vorgeformte Werkstück an einem Innendorn mit einer Außenverzahnung mittels einer zweiten Reitstockspindel axial eingespannt. Eine Mittenachse des Werkstücks sowie eine Rotationsachse des Innendorns sind dabei ebenfalls vertikal gerichtet.

[0039] Nach dem Einspannen des vorgeformten Werkstücks wird diese durch den Innendorn in Rotation versetzt und es wird dann mindestens eine profilierte Verzahnungsrolle radial an die zylindrische Umfangswand des Werkstücks zugestellt. Das Profil der Verzahnungsrolle ist dabei auf das Profil der Außenverzahnung am Innendorn derart abgestimmt, dass die zylindrische Um-

fangswand in die Ausnehmungen der Außenverzahnung des Innendorns eingeformt oder sozusagen eingefaltet wird. Dabei bleibt die zuvor eingestellte Zielwandstärke weitgehend unverändert.

[0040] Nach Abschluss des Endformschrittes wird das fertig geformte Getriebeteil 10 durch eine Abführeinrichtung 78 seitlich abgeführt, welche ebenfalls einen Mehrachsroboter mit einer Greifeinrichtung aufweisen kann.

[0041] Die erfindungsgemäße Umformanlage 50 weist für die verschiedenen Antriebe, welche insbesondere hydraulische oder elektrische Antriebe sind, eine Kühl- und Schmiereinrichtung 54 zum Kühlen der Hydraulikflüssigkeit und eine Hydraulikstation 56 auf. Weiterhin ist eine Steuereinrichtung 58 vorgesehen, welche in Form von Schaltschränken angeordnet ist.

[0042] Vorzugsweise ist die Handhabungsstation 80 mit einer Tür 86 versehen, so dass die Handhabungsstation zu Bedien- und Wartungszwecken begehbar ist. Weiterhin ist an einer Vorderseite der Umformanlage 50 vorzugsweise eine Bedieneinheit 59 mit einem Monitor und einem Eingabeterminal angeordnet.

[0043] In den Figuren 7 und 8 ist ein zweites Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäß hergestellten Getriebeteiles 10 dargestellt, wobei in den Nabenbereich 6 zusammen mit einer Mittenöffnung in Umfangsrichtung verlaufende Langlöcher 31 eingebracht sind.

[0044] Bei dem dritten Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäß hergestellten Getriebeteiles 10 gemäß den Figuren 9 und 10 sind in den Nabenbereich Einprägungen 32 eingeformt. Diese können radial gerichtet ausgebildet sein und dienen einer zusätzlichen Versteifung des Nabenbereiches 6. Die Einprägungen 32 können vor dem Vorformschritt oder beim Einspannen in der ersten Umformstation 60 durch eine entsprechend ausgebildete und ausgeformte Hauptspindel eingeformt werden.

[0045] Das vierte Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Getriebeteiles 10 gemäß den Figuren 11 und 12 zeigt ebenfalls in den Nabenbereich 6 eingeformte Einprägungen 32, welche gegenüber dem dritten Ausführungsbeispiel stärker ausgeformt sind. Bei dem fünften Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäß gefertigten Getriebeteiles 10 gemäß den Figuren 13 und 14 ist am Nabenbereich 6 eine hülsenförmige Nabe 34 angeordnet. Dies hülsenförmige Nabe 34 kann durch Tiefziehen, Gießen oder Schmieden oder in sonstiger Weise an dem Ausgangswerkstück ausgebildet sein. Weiterhin kann für eine zusätzliche Gewichtsoptimierung im Nabenbereich 6 eine ringförmige Einformung 35 ausgebildet sein, welche für eine weitere Gewichtsoptimierung und Bauraumoptimierung sorgt.

[0046] Bei dem sechsten Ausführungsbeispiel nach den Figuren 15 und 16 ist in das erfindungsgemäße Getriebeteil 10 eine nach innen, zum Verzahnungsbereich 16 gerichtete Verbindungsnahe 38 ausgebildet. Diese kann einen ersten durchmessergrößeren Abschnitt 41 und einen zweiten durchmesserkleineren Abschnitt 42 aufweisen, welche durch einen gestuften Bereich mitein-

ander verbunden sind. In der zylindrischen Wand des ersten Abschnittes 41 können Querbohrungen oder Queröffnungen vorgesehen sein. An der Innenseite des zylindrischen zweiten Abschnittes 42 können Nuten ausgebildet sein, welche zum Bilden einer Wellennabenverbindung gestaltet sind.

[0047] Die Verbindungsnahe 38 mit dem ersten Abschnitt 41 und dem zweiten Abschnitt 42 kann mit dem Ausgangswerkstück einstückig etwa durch Tiefziehen gebildet sein oder alternativ, so wie in Fig. 16 dargestellt, zweiteilig durch Schweißen erzeugt sein.

[0048] Neben der speziellen Gestaltung des Nabenbereiches 6 liegen Ausführungsvarianten auch in einer alternativen Gestaltung der Faltverzahnung 20, wie in den Figuren 17 und 18 dargestellt ist. So sind in die Faltverzahnung 20 gemäß dem Ausführungsbeispiel nach der Fig. 17 Querbohrungen 44 eingebracht, welche etwa beim Einsatz als Kupplungslamellenträger für den Durchfang von Getriebeöl dienen.

[0049] In ähnlicher Weise können gemäß dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 18 axiale Langlöcher 46 in die Faltverzahnung 20 eingebracht sein. Am vom Nabenbereich 6 abgewandten Ende der Faltverzahnung 20 kann ein Randbereich 18 mit einer Materialverdickung zum Bilden eines ringförmigen Versteifungsbereiches 19 ausgebildet sein.

[0050] Die in den Figuren 7 bis 18 dargestellten Ausführungsvarianten eines erfindungsgemäß hergestellten Getriebeteiles 10 können in ihren Gestaltungsvarianten beliebig miteinander kombiniert sein.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen eines trommelförmigen Getriebeteiles (10) durch ein Rotationsumformen, **dadurch gekennzeichnet,**

- **dass** in einem Vorformschritt ein rotationssymmetrisches Werkstück (5) um seine Mittenachse (12) in Rotation versetzt wird und durch zumindest axiales Zustellen und Überlaufen mindestens einer Umformrolle ein Abstreckdrückwalzen durchgeführt wird, wobei eine zylindrische Umfangswand (14) mit einer definierten Zielwandstärke gebildet wird, welche geringer als eine Ausgangswandstärke des Werkstücks (5) ist, und

- **dass** anschließend in einem Endformschritt das vorgeformte Werkstück (5) an einem Innendorn mit Außenverzahnung eingespannt und in Rotation versetzt und mindestens eine profilierte Verzahnungsrolle radial zugestellt werden, durch welche die zylindrische Umfangswand (14) im Wesentlichen unter Beibehaltung der Zielwandstärke in die Außenverzahnung des Innendorns eingeformt wird, wobei ein trommelförmiger Verzahnungsbereich (16) mit einer

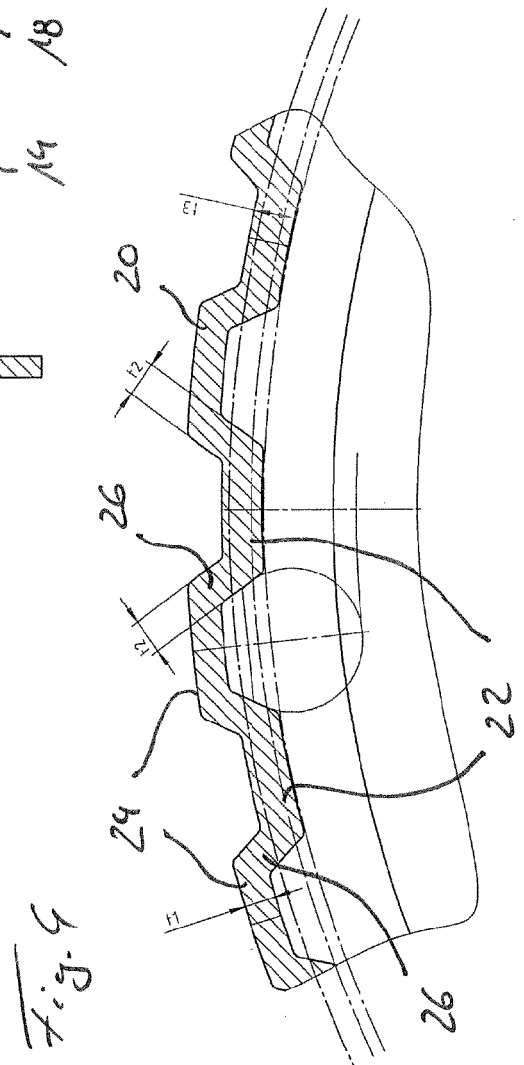
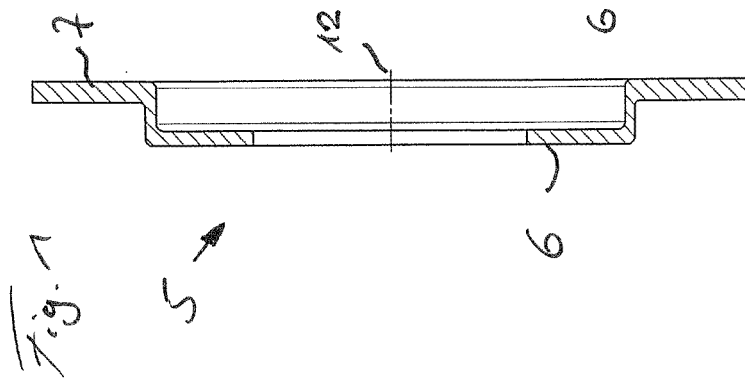
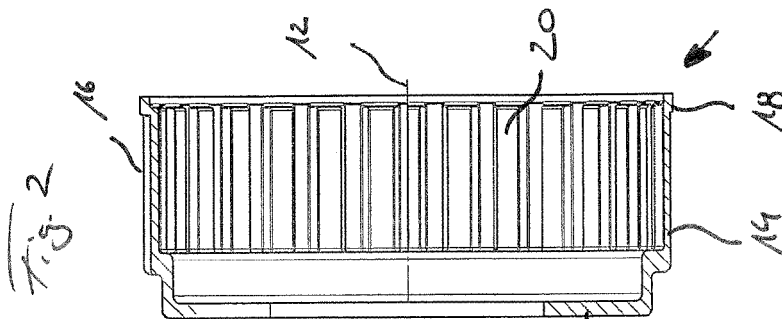
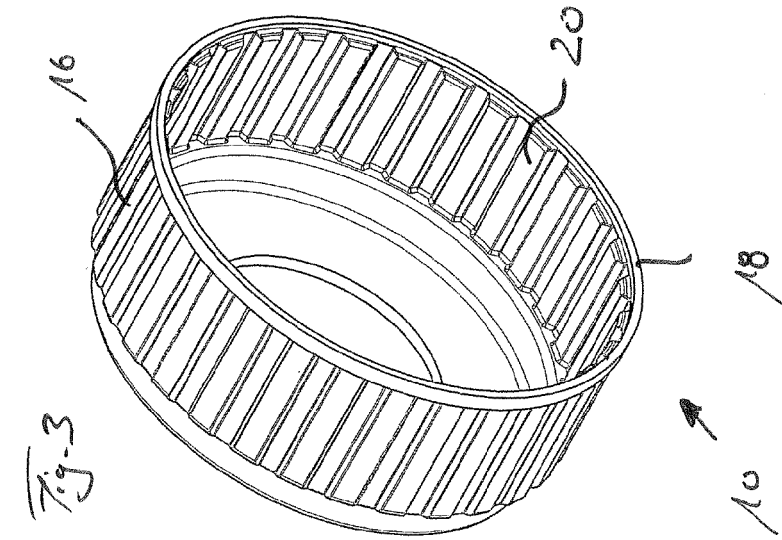
Faltverzahnung (20) gebildet wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass als Ausgangswerkstück (2) eine Ronde oder 5
eine topfförmige Vorform verwendet wird, bei wel-
chen ein Nabenbereich (6) vorgeformt ist.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, 10
dass der Vorformschritt und/oder der Endformschritt
in mehreren Teilschritten in der gleichen Werkstü-
ckeinspannung durchgeführt wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, 15
dadurch gekennzeichnet,
dass beim Einformen der Faltverzahnung (20) das
Werkstück (5) an seinem Randbereich (18) am of-
fenen Ende, welches einem radial verlaufenden Na-
benbereich (6) gegenüberliegt, axial und/oder radial 20
gehalten wird.
5. Verfahren nach Anspruch 4,
dadurch gekennzeichnet, 25
dass ein axiales Halten flexibel, insbesondere
druckabhängig, erfolgt, wobei Längen- oder Volu-
mentoleranzen des Werkstücks (5) ausgeglichen
werden.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, 30
dadurch gekennzeichnet,
dass die mindestens eine Verzahnungsrolle beim
radialen Profilieren axial verfahren wird oder in min-
destens zwei Schritten radial zugestellt wird, welche 35
mit axial zueinander versetzten Positionen durchge-
führt werden.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
dadurch gekennzeichnet, 40
dass am Randbereich (18) des Werkstücks (5) ein
Versteifungsbereich (19) mit größerer Materialstär-
ke ausgebildet wird.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, 45
dadurch gekennzeichnet,
dass der Nabenbereich (6) durch Umformung oder
Bedrehen gewichts- oder festigkeitsoptimiert wird.
9. Umformanlage, insbesondere zum Durchführen ei- 50
nes Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 8, mit

- mindestens einer ersten Umformstation (60),
welche eine rotierend antreibbare Hauptspin-
del, mindestens eine relativ axial zustellbare
Umformrolle und ein erstes Spannelement auf-
weist, welches zum Einspannen eines Werk-
stücks (5) an der Hauptspindel ausgebildet ist, 55

- mindestens einer zweiten Umformstation (70),
welche einen rotierend antreibbaren Innendorn
mit einer Außenverzahnung, mindestens eine
relativ radial zustellbare Verzahnungsrolle und
ein zweites Spannelement aufweist, welches
zum Einspannen des Werkstücks (5) an dem
Innendorn ausgebildet ist, und
- einer Handhabungsstation (80), welche zwis-
chen der ersten Umformstation (60) und der
zweiten Umformstation (70) angeordnet und
zum Übergeben des Werkstücks (5) nach einem
Vorformen in der ersten Umformstation (60) an
die zweite Umformstation (70) zum Endformen
ausgebildet ist.

10. Umformanlage nach Anspruch 9,
dadurch gekennzeichnet,
dass die erste Umformstation (60) zum Drücken-
und Drückwalzen ausgebildet ist und
dass die zweite Umformstation (70) zum Profilieren
ausgebildet ist.
11. Umformanlage nach Anspruch 9 oder 10,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Hauptspindel der ersten Umformstation
(60) und der Innendorn der zweiten Umformstation
(70) parallel und vertikal gerichtet sind.
12. Umformanlage nach einem der Ansprüche 9 bis 11,
dadurch gekennzeichnet,
dass zum Einspannen des Werkstücks (10) auf ei-
nem ersten Werkzeug der Hauptspindel eine erste
Reitstockspindel und einem außenverzahnten In-
nendorn als zweitem Werkzeug eine zweite Reit-
stockspindel zugeordnet sind, wobei die erste Reit-
stockspindel und die zweite Reitstockspindel axial
verfahrbar gelagert sind.
13. Umformanlage nach einem der Ansprüche 9 bis 12,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Hauptspindel, der Innendorn, die erste
Reitstockspindel und/oder die zweite Reitstockspin-
del mittels einer Schnellwechseleinrichtung gelagert
sind.
14. Umformanlage nach einem der Ansprüche 9 bis 13,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Handhabungsstation (80) zum Zuführen
des umzuformenden Werkstücks (5) und zum Ab-
führen des endgeformten Getriebeteils (10) ausge-
bildet ist.
15. Umformanlage nach einem der Ansprüche 9 bis 14,
dadurch gekennzeichnet,
dass die mindestens eine Verzahnungsrolle über
ein Synchronisationsgetriebe oder einen drehsyn-
chron-gesteuerten Antrieb drehwinkelsynchron zu
dem Innendorn angetrieben ist.



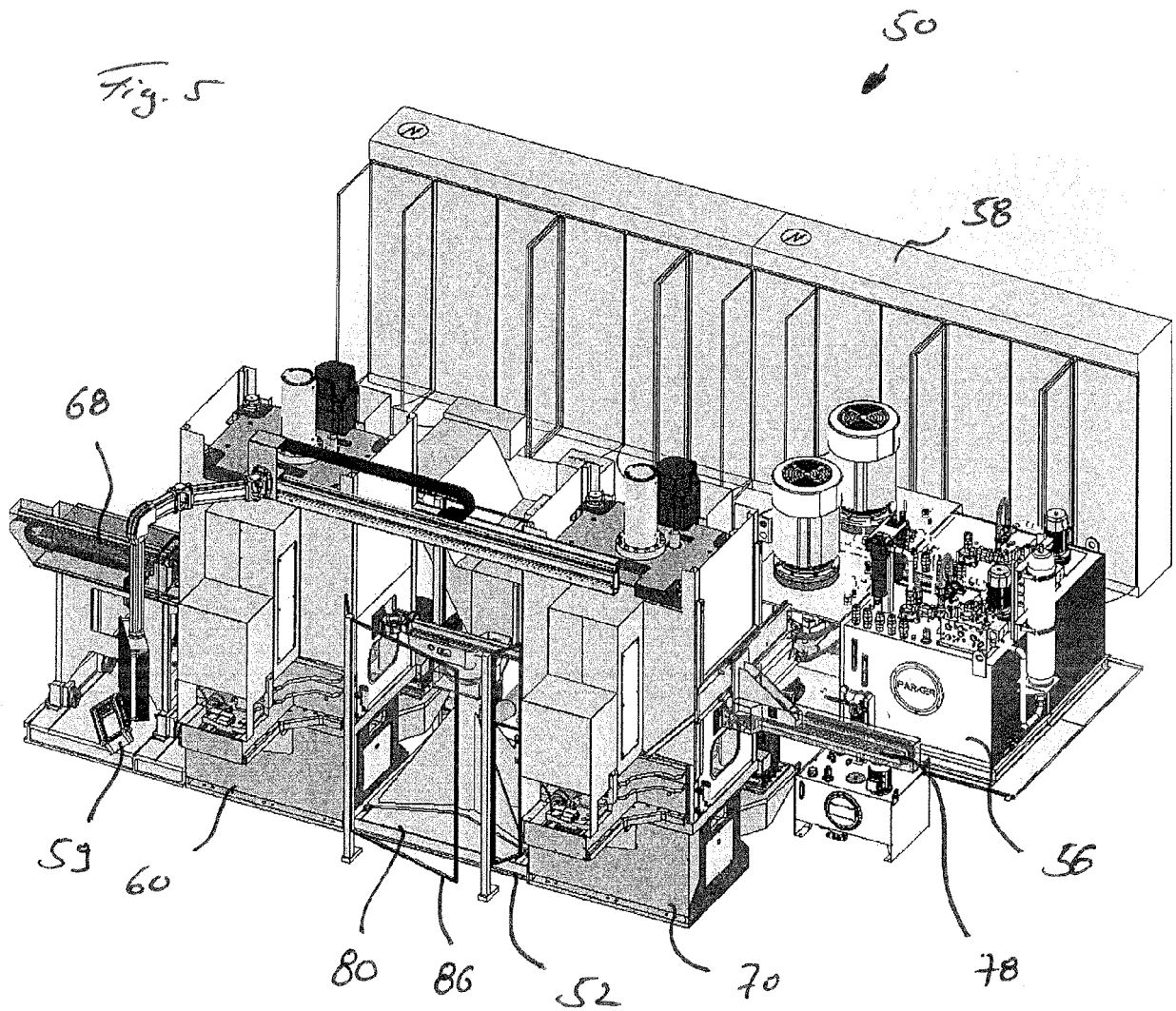


Fig. 6

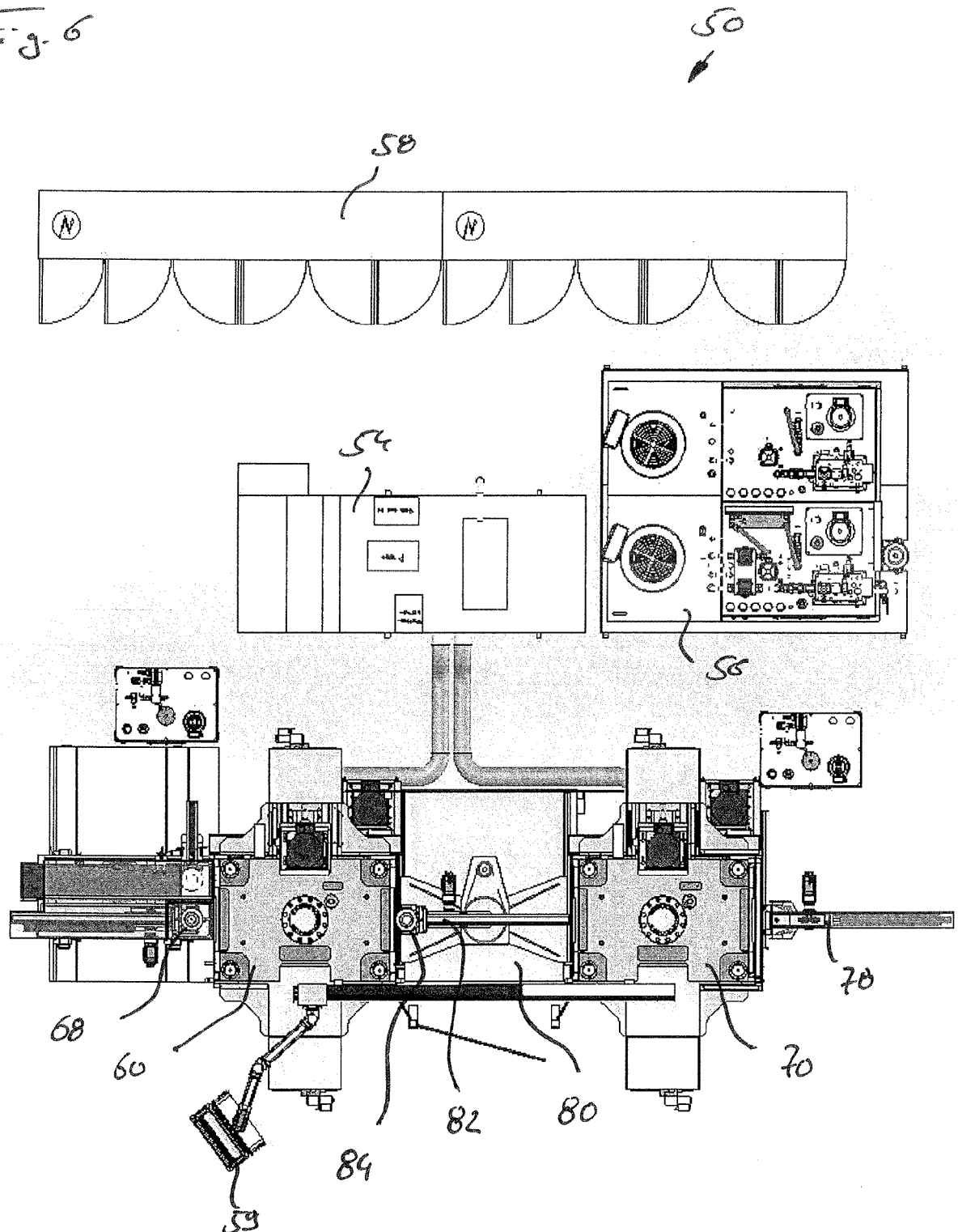


Fig. 7

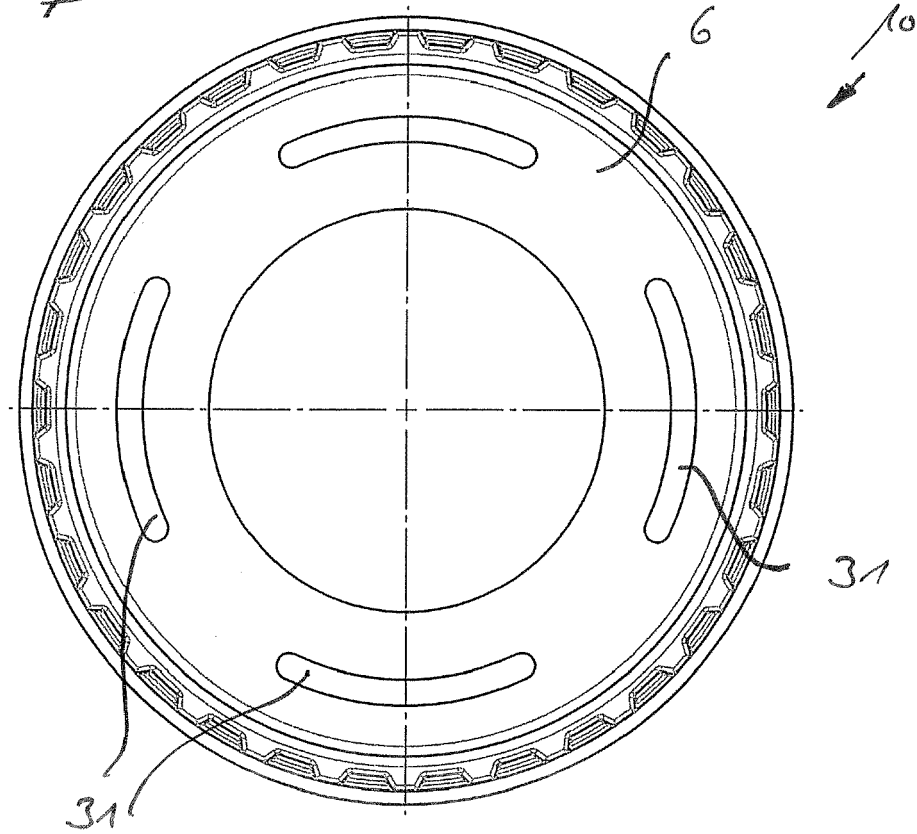


Fig. 8

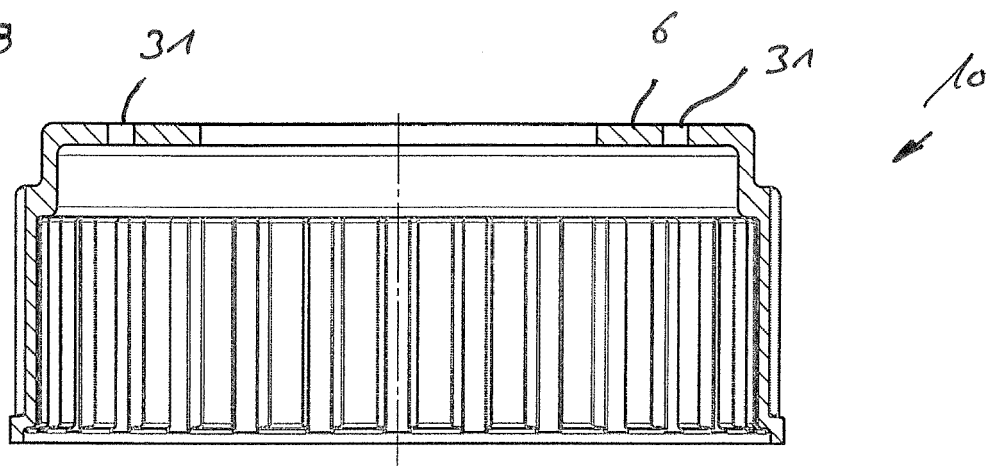


Fig. 9

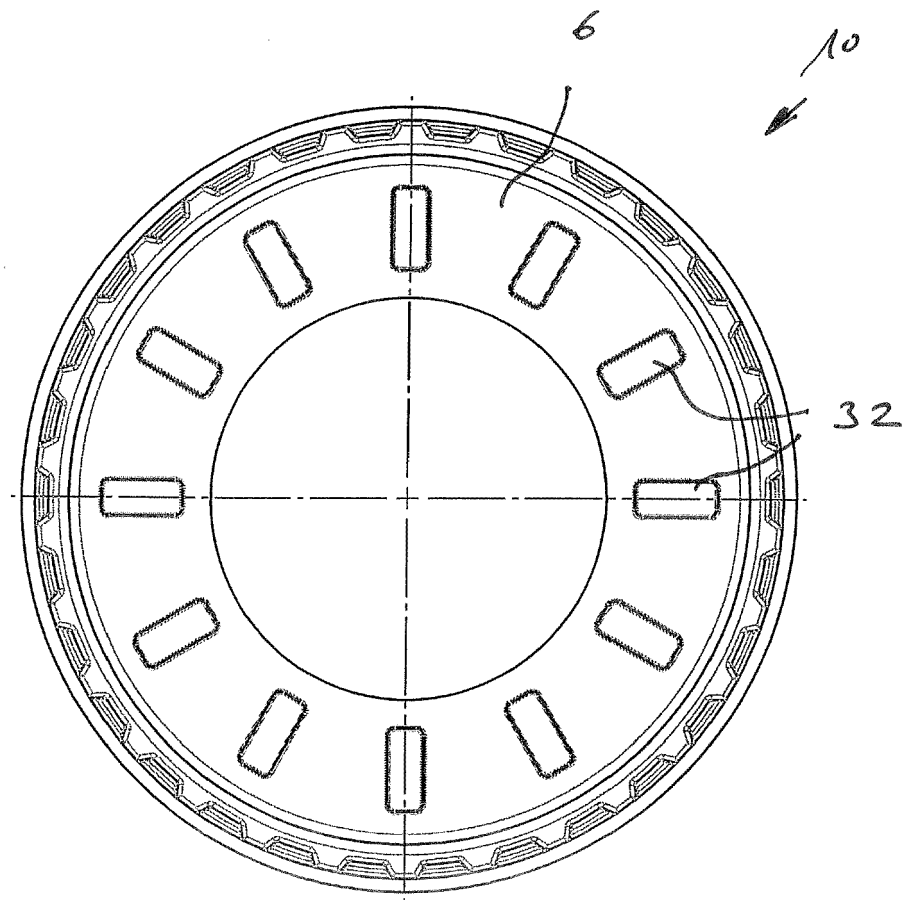


Fig. 10

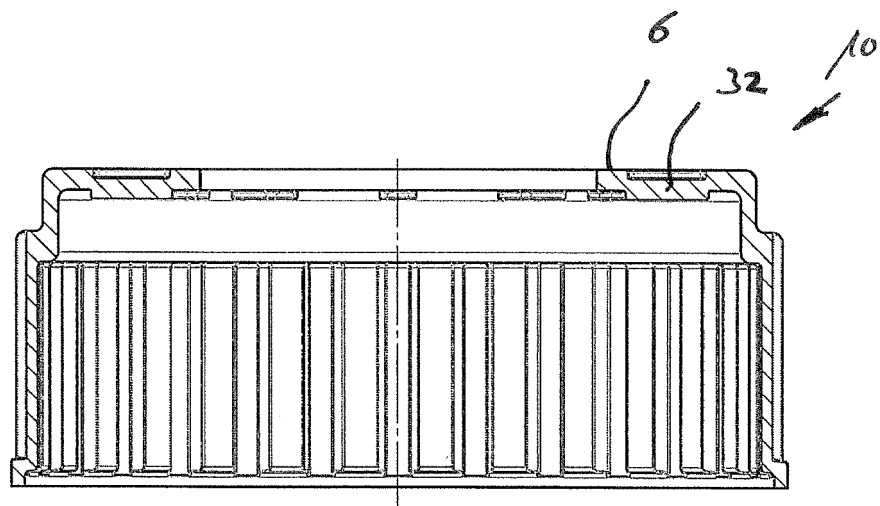


Fig. 11

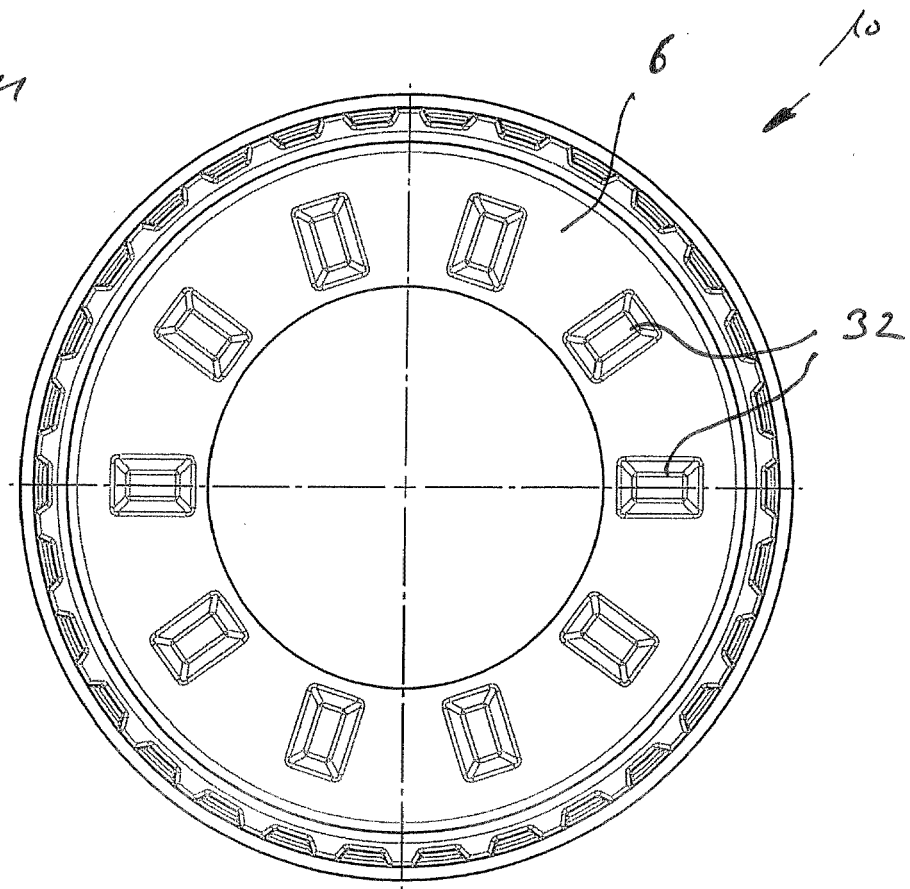


Fig. 12

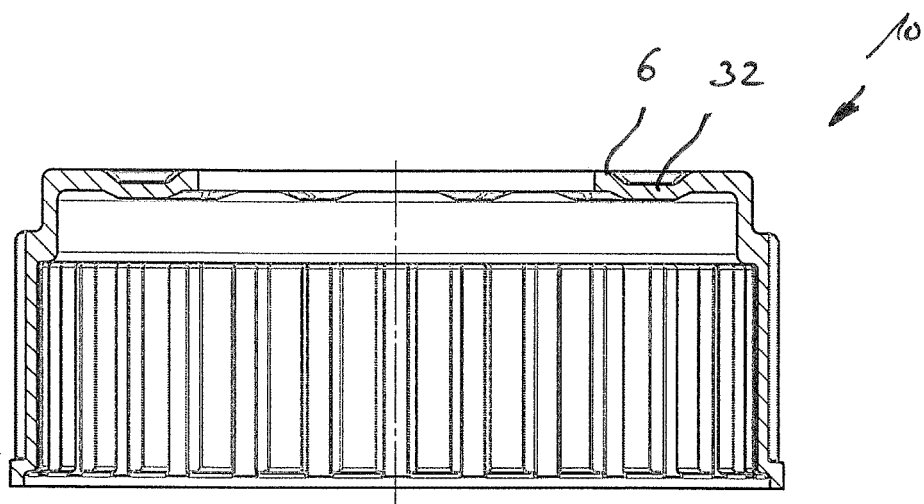


Fig. 13

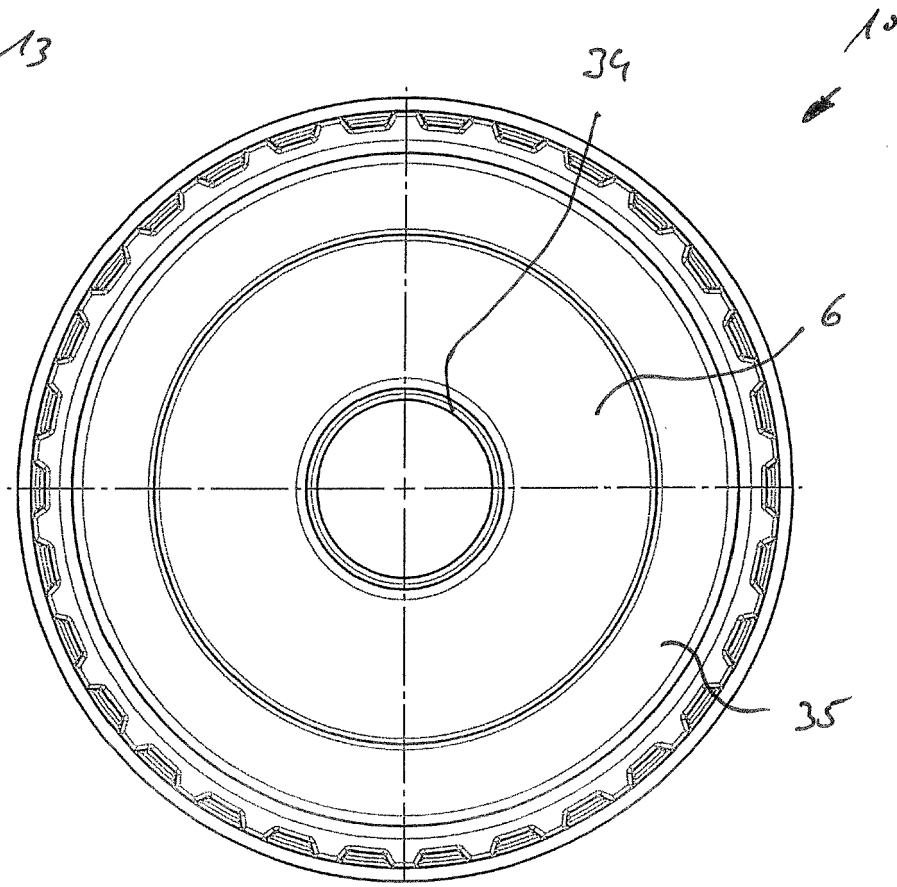


Fig. 14

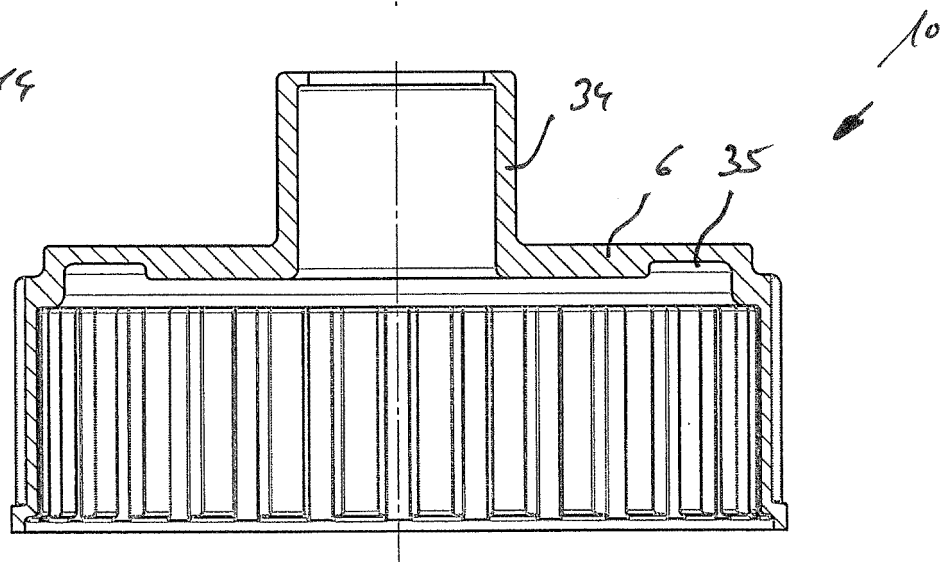


Fig. 15

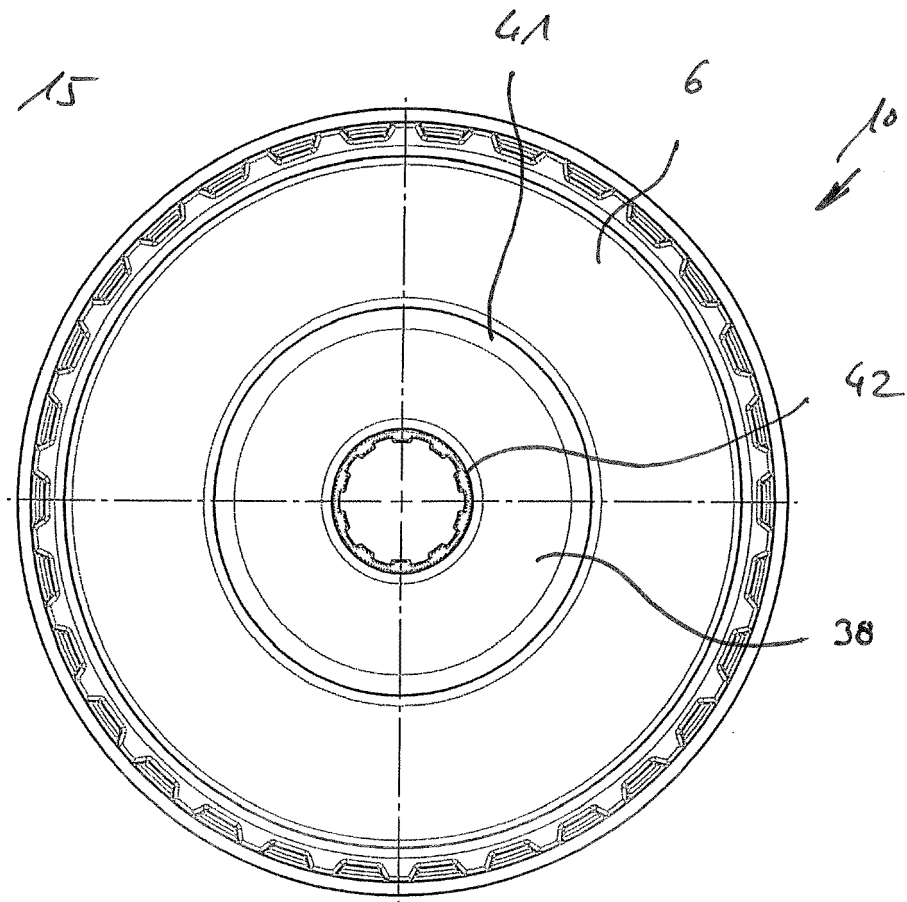
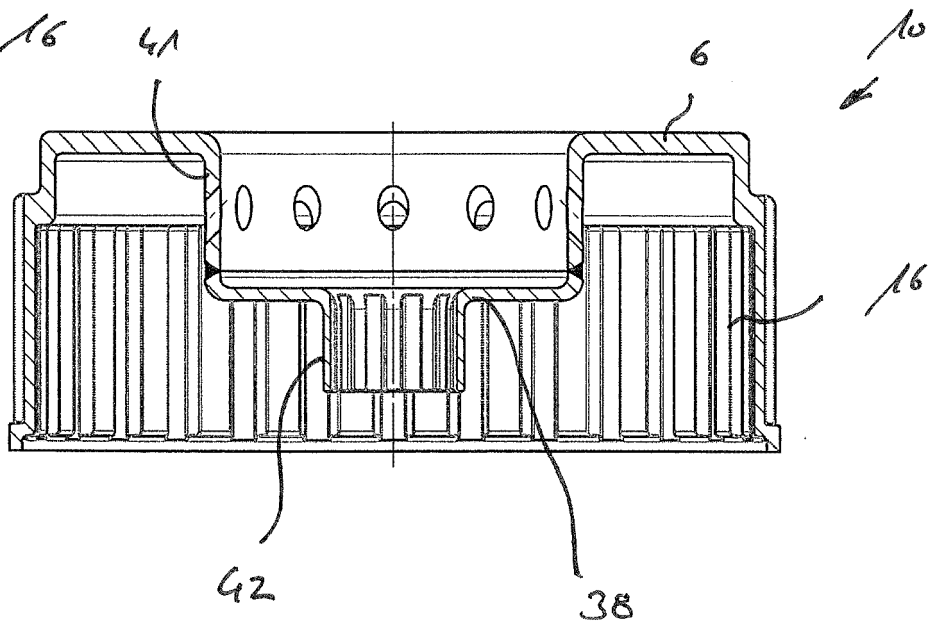
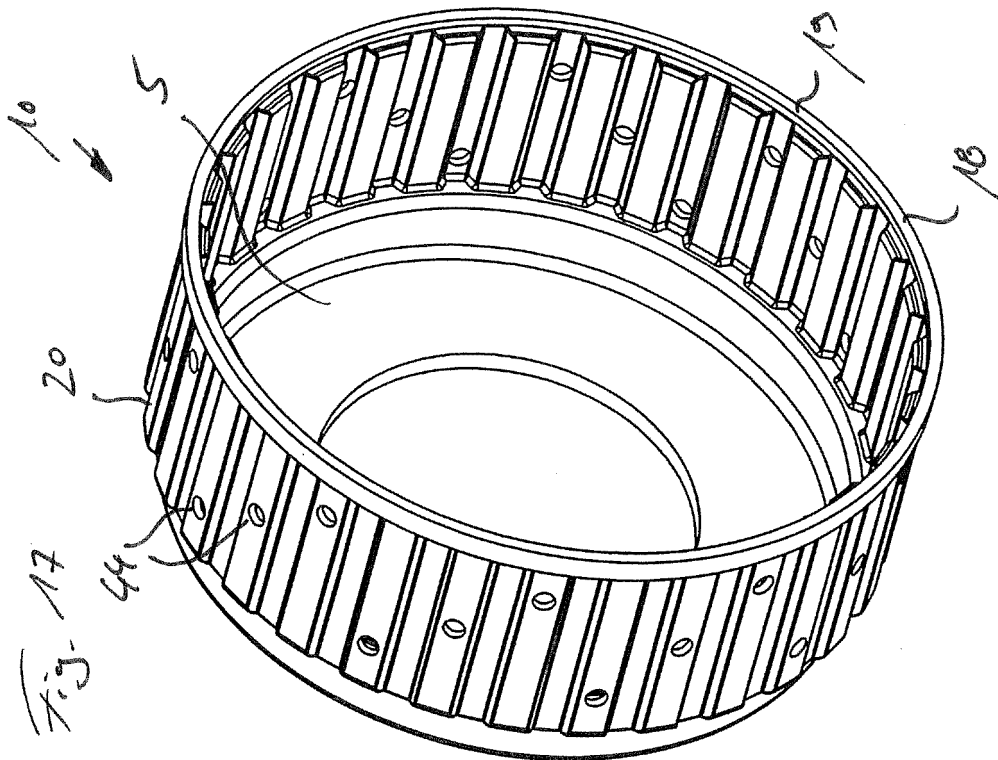
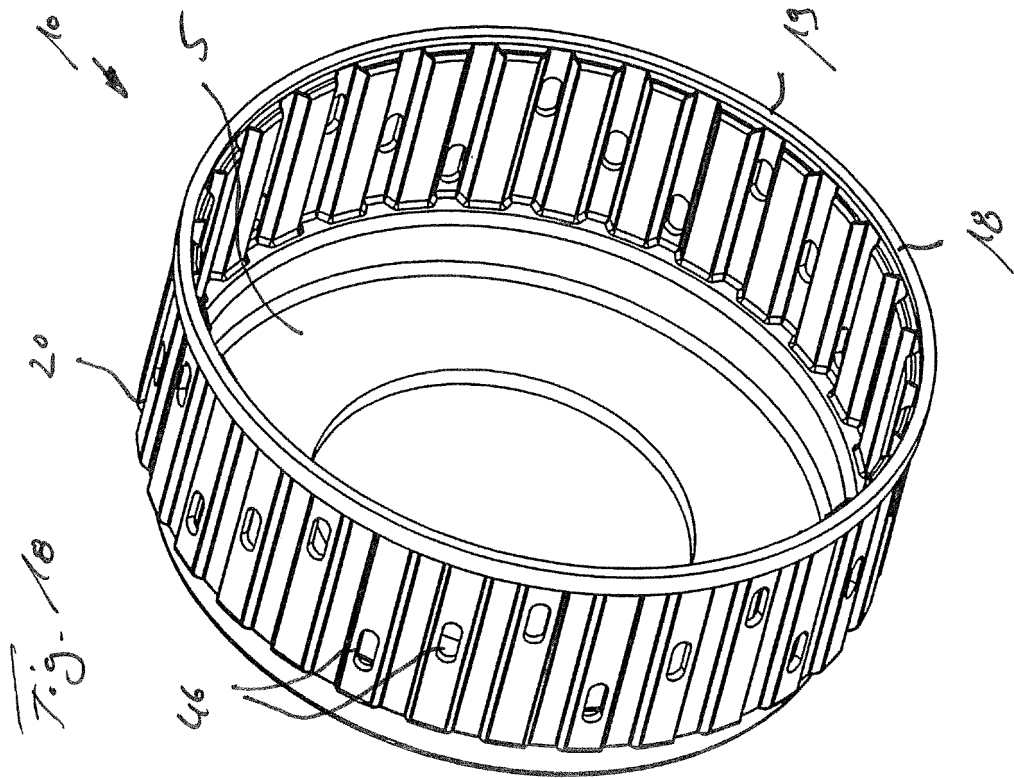


Fig. 16







EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 18 21 4820

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

1

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	CN 103 624 197 A (CHANGZHENG MACHINERY FACTORY CHINA AEROSPACE SCI & TECH CORP) 12. März 2014 (2014-03-12)	1-4,6-15	INV. B21D22/16 B21H5/02 B21D53/28
A	* Absatz [0010] * * Absatz [0013] - Absatz [0015]; Abbildungen 1-4 *	5	
X	& DATABASE WPI 12. März 2014 (2014-03-12) Thomson Scientific, London, GB; AN 2014-H49546 XP002792152, "Method for machining thin-wall shell part with inner and outer teeth", & CN 103 624 197 A (CHANGZHENG MACHINERY FACTORY CHINA AEROSPACE SCI & TECH CORP) 12. März 2014 (2014-03-12)	1-4,6-15	
A	* Zusammenfassung *	5	
A	JP S62 282735 A (NIPPON ISUED KK) 8. Dezember 1987 (1987-12-08) * Zusammenfassung; Abbildungen 1-4 *	1-15	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
A	JP S57 56131 A (YAMAKAWA KOGYO KK) 3. April 1982 (1982-04-03) * Zusammenfassung; Abbildungen 1-4 *	1-15	B21D B21H
A	JP 2010 284662 A (NIPPON SPINDLE MFG CO LTD) 24. Dezember 2010 (2010-12-24) * Zusammenfassung; Abbildungen 1-4 *	1-15	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 18. Juni 2019	Prüfer Ritter, Florian
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 18 21 4820

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

18-06-2019

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
	CN 103624197 A	12-03-2014	KEINE	
	-----	-----	-----	-----
15	JP S62282735 A	08-12-1987	KEINE	
	-----	-----	-----	-----
	JP S5756131 A	03-04-1982	KEINE	
	-----	-----	-----	-----
	JP 2010284662 A	24-12-2010	KEINE	
20	-----	-----	-----	-----
25				
30				
35				
40				
45				
50				
55				

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82